



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 125

Janeiro/1981

PBP/3.1.9.6.

**BIOMASSA DE FLORESTAS PLANTADAS COMO FONTE ALTERNATIVA DE  
ENERGIA NA SUBSTITUIÇÃO DO ÓLEO COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL NO  
ESTADO DE SÃO PAULO**  
(Nota Prévia)

Rubens Cristiano Damas Garlipp\*

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo absorve 40% (5,2 milhões de toneladas) do total de óleo combustível consumido no país. Dada à necessidade de se reverter a tendência da matriz energética estadual, a qual nos últimos 15 anos vem apresentando participação crescente dos derivados de petróleo em detrimento de outras fontes primárias de energia, faz-se mister diagnosticar as reais possibilidades da biomassa florestal como sucedâneo do óleo combustível.

Nessas condições, duas incógnitas precisam ser levantadas e dimensionadas: a demanda atual e futura do óleo combustível e a disponibilidade física atual e futura de biomassa equivalente, visando, assim, avaliar possíveis saldos no transcurso de um dado período.

## 2. CONSUMO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Quem consome, aonde consome e quanto consome são as questões relevantes quando se pretende diagnosticar a demanda a nível estadual. Levantamentos junto ao CNP – Conselho Nacional do Petróleo indicam o setor industrial como responsável por 90% (5,2 milhões de toneladas) do consumo global de óleo combustível em São Paulo, cujos dados, a

---

\* Engenheiro Florestal – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

nível de região administrativa, são apresentados na Tabela 1. Procedendo-se à estratificação do setor nos diferentes segmentos industriais (Tabela 2), observa-se que o maior consumidor é o petroquímico, seguindo-se os segmentos cimenteiro, alimentício, as próprias refinadoras e, em 5º lugar, o segmento de celulose e papel. Considerando-se este segmento junto ao de madeira, observa-se um consumo agregado de 677 mil toneladas.

A regionalização por segmento industrial delimita melhor as possibilidades de sucesso de eventuais programas substitutivos quando se contrasta o consumo de óleo combustível x potencial de biomassa equivalente. Embora todas as indústrias que utilizam óleo combustível para geração de vapor (exceção talvez àquelas que necessitam de um fornecimento a temperaturas constantes) tenham condições técnicas de substituí-lo por biomassa, é evidente que as empresas que já utilizam a madeira como matéria-prima tem maiores perspectivas de fazê-lo, além de poderem absorver também os resíduos oriundos da exploração florestal. Dentro deste princípio, verifica-se a situação estratégica dos segmentos madeireiros e de celulose e papel que, inclusive, se concentram nas regiões administrativas de São Paulo, Campinas, Sorocaba e Vale do Paraíba (Figura 1).

### 3. DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA FLORESTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Dada à precariedade da cobertura florestal nativa do Estado de São Paulo (apenas 8% de seu território), obviamente, a madeira com finalidade de atender programas de substituição deverá provir de florestas implantadas.

Resta saber se, atendidas as demandas industrial e energética tradicional (lenha e carvão consumido por hotéis, panificadoras, olarias, cerâmicas, etc.), haverá saldo nos estoques disponíveis para atender a demanda programada.

A distribuição espacial do reflorestamento estadual (Figura 2) denota que as florestas implantadas se concentram também nas próprias regiões ou nas regiões próximas à localização dos pólos consumidores. A dominância pelos *Eucalyptus* é óbvia em função de o parque industrial florestal paulista estar voltado mais para o processamento de madeira de fibra curta.

A fim de se contrastar a disponibilidade potencial de biomassa oriunda dessas florestas, é interessante dimensionar, antes, as necessidades de madeira para atendimento dos dois componentes da demanda interna. O primeiro componente, representado pelo total das necessidades industriais com base nas atuais capacidades instaladas e nas futuras previsões de ampliação de suas capacidades produtivas, pode ser visualizado nas Tabelas 3 e 4.

Projeções de produção indicam, para este ano, uma disponibilidade de 8,9 milhões de estéreos com casca de madeira de *Eucalyptus* e 1,4 milhões de estéreos de *Pinus*. No fim da década deverão estar disponíveis cerca de 11,6 milhões de estéreos com casca de *Eucalyptus* e 1,1 milhão de estéreo com casca de *Pinus* (no caso dos *Pinus*, os valores se referem apenas à madeira industrial destinada à fabricação de celulose e de madeira aglomerada).

Acrescendo-se à demanda industrial, o segundo componente da demanda interna (demanda energética tradicional), que atualmente é de 4,2 milhões de estéreos (espera-se que à uma taxa de crescimento de 5% ao ano, atinja a cifra de 6,5 milhões de estéreos em 1990), nota-se que os saldos de madeira são negativos. As Figuras 3 e 4 permitem visualizar melhor o balanço de madeiras no Estado de São Paulo para a década de 80. Os resultados globais demonstram que, quanto à disponibilidade de *Eucalyptus*, observa-se déficit em todos os anos do período, sendo que a situação se agrava com déficits crescentes

a partir de 1985. No que diz respeito ao *Pinus*, o balanço é mais favorável; entretanto, a situação de déficit se apresenta a partir também de 1985, ano que parece indicar o início de um período crítico.

A análise das Tabelas 5 e 6 ressalta que os déficits são mais acentuados nas regiões de concentração dos centros industriais, tais como: São Paulo, Campinas, Vale do Paraíba e Sorocaba.

Dois inferências podem ser extraídas do exposto até aqui. A primeira é que a não continuidade do reflorestamento poderá afetar sensivelmente o parque industrial florestal do Estado de São Paulo. A segunda é que as informações indicam ser temerário impulsionar um programa de substituição com base na atual capacidade produtiva das florestas implantadas no Estado.

#### 4. DISPONIBILIDADE DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA EXPLORAÇÃO DE FLORESTAS IMPLANTADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Dado o perfil apresentado, a opção, a médio e longo prazos, seria a adoção de uma política voltada para a elevação das taxas anuais de plantio no Estado de São Paulo ou a utilização da madeira não comprometida existente no Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro. A curto prazo, o aproveitamento de resíduos representa um potencial com elevadas possibilidades de utilização, embora apresente ainda alguns problemas técnicos de exploração, retirada e preparo.

A fim de se dimensionar a disponibilidade dos resíduos da exploração de floresta de *Eucalyptus* e *Pinus* do Estado de São Paulo, considerou-se, a priori, que apenas a galhada e casca seriam aproveitados como fonte energética. Desta forma, os resíduos foram quantificados, com base em peso seco, e convertidos à unidade equivalente de óleo combustível.

A seguir, foi feito o balanço contrastando a disponibilidade potencial versus demanda industrial global de óleo combustível a nível regional.

Para o período 1981-90, os resíduos podem substituir parcialmente o óleo combustível, contribuindo com 3% das substituição a'te 1984 e 1,7%, em média, nos anos subseqüentes, representando economia de 290 mil e 260 mil toneladas de óleo combustível (Tabela 7).

Porém, na análise individualizada por região administrativa (Tabela 8), o panorama é alterado significativamente. Na região de São Paulo a representatividade dos resíduos é baixa, podendo-se substituir apenas 0,40% ao ano do consumo total de óleo combustível.

O mesmo ocorre para as regiões administrativas do Litoral, Campinas e Araçatuba que apresentam, respectivamente, índices médios de substituição de 1,3%; 2,9% e 3,5% ao ano, para o período considerado. Já para as regiões do Vale do Paraíba, Sorocaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília, os índices de substituição que podem ser alcançados são mais significativos, permitindo que sejam atingidas, até 1985, as metas definidas pelo "Plano para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível", isto é, 7% de substituição ao ano. Evidentemente, será necessária a utilização de recursos de florestas plantadas em 1981 para que índices maiores de substituição possam ser alcançados já em 1986. Para as regiões de Bauru e Ribeirão Preto, os resíduos florestais poderão ser responsáveis por valores muito mais expressivos na substituição do óleo combustível (respectivamente 56,6% e 27,5% ao ano), colocando essas regiões em posição bastante privilegiada em relação às demais, podendo inclusive atuarem como fontes exportadoras de resíduos para os consumidores de regiões adjacentes.

É importante salientar que, no período analisado, a disponibilidade de resíduos não é uniforme, apresentando, nos anos de 1985 e 1987, um declínio na oferta. Isto é reflexo direto da baixa taxa de reflorestamento apresentada nos anos de 1967, 1973 e 1979 como se pode observar na figura 5.

Ao se considerar apenas os segmentos madeireiros e de celulose e papel, a situação deverá se apresentar muito mais favorável, notadamente, possibilitando às indústrias papeleras das regiões de São Paulo e Campinas importarem também os resíduos para fins energéticos, pois tais indústrias já recebem muita matéria-prima de outras regiões, o que contribuiria para aumentar os índices de substituição.

Tabela 1: Consumo de óleo combustível pelos diferentes setores da economia no Estado de São Paulo.

Setor	1978		1979	
	t	%	t	%
Posto de revenda	30.151	0,53	29.971	0,52
Agrícola-pastoril	82.326	1,42	78.077	1,34
Comercial	358.044	6,19	389.251	6,70
Industrial	*5.207.508	90,11	5.226.775	90,03
Entidades públicas-particulares	18.638	0,32	19.764	0,34
Energia elétrica	50.475	0,87	30.284	0,52
Transporte, Forças Armadas e Uso Próprio	31.950	0,56	31.779	0,55
Total	5.779.092	100,0	5.805.901	100,0

\* Transporte = Aéreo, Terrestre e Marítimo

FONTE: Elaborada pelo IPEF com informações obtidas junto ao CNP.

TABELA 2 – Consumo de óleo combustível por segmento da indústria, dentro de cada DA – 1979.

DIRA	Petroquímica	Metalúrgica	Produtos Alimentícios	Minerais não metálicos	Mecânica, material elétrico e comunicação	Transporte	Indústria têxtil	Celulose e papel	Borracha	Outros setores	total
São Paulo	712.322	245.477	199.322	315.976	38.578	59.245	150.639	230.092	39.727	304.953	2.296.331
Litoral	56.153	92.306	11.212	32.115	-	-	-	6.413	-	276.872	475.071
Vale do Paraíba	8.559	19.258	-	-	-	-	104.847	83.449	-	25.678	241.791
Sorocaba	-	76.903	19.603	508.161	-	-	43.729	39.205	-	66.347	753.948
Campinas	42.871	39.304	163.161	92.899	-	-	175.062	190.584	13.097	341.823	1.058.801
Rib. Preto	-	4.938	224.721	-	-	-	-	-	-	-	229.659
Bauru	-	-	30.483	-	-	-	-	-	-	24.382	54.865
S. J. do Rio Preto	-	-	24.316	-	-	-	-	-	-	-	24.316
Araçatuba	-	-	33.959	-	-	-	-	-	-	-	33.959
Pres. Prudente	-	-	37.025	-	-	-	-	-	-	-	37.025
Marília	-	-	21.009	-	-	-	-	-	-	-	21.009
<b>Total</b>	<b>819.905</b>	<b>478.186</b>	<b>764.811</b>	<b>949.151</b>	<b>38.578</b>	<b>59.245</b>	<b>474.277</b>	<b>549.743</b>	<b>52.824</b>	<b>1.040.055</b>	<b>5.226.775</b>

FONTE: Elaborada pelo IPEF

Tabela 3: Demanda industrial projetada de madeira de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo.

Ano	Celulose de fibra curta	Madeira aglomerada	Chapas de fibras	Total
1981	6299	194	1938	8432
1985	8037	338	2535	10910
1990	8037	338	3473	11848

FONTE: Elaborado pelo autor

Tabela 4: Demanda industrial projetada de madeira de *Pinus* no Estado de São Paulo

Ano	Celulose de fibra larga	Madeira aglomerada	Total
1981	553	300	853
1985	553	396	949
1990	1331	396	1727

FONTE: Elaborado pelo autor

Tabela 5: Balanço de madeira de *Eucalyptus* por Região Administrativa no Estado de São Paulo. 1981 – 1990

ANO	DIRA	São Paulo	Litoral	V. Paraíba	Sorocaba	Campinas	Ribeirão Preto	Bauru	S. J. do Rio Preto	Araçatuba	Presidente Prudente	Marília	Total
1981	D	799.650	492.050	800.210	2.357.330	1.717.330	1.598.080	829.970	92.630	35.190	75.750	111.910	8.909.920
	C	2.137.628	93.929	2.479.807	2.744.642	3.808.686	409.135	332.254	59.749	85.903	183.540	320.594	12.655.867
	S	-1.337.978	398.121	-1.679.597	-387.312	-2.091.356	1.188.945	497.716	32.881	-50.713	-107.970	-208.684	-3.745.947
1985	D	241.150	232.550	795.480	3.497.920	998.440	1.767.240	682.890	17.400	42.130	10.350	63.890	8.349.440
	C	2.223.923	144.171	2.505.001	3.619.977	4.731.817	1.655.506	403.856	72.626	104.415	223.094	389.684	16.074.070
	S	-1.982.773	88.379	-1.709.521	-122.057	-3.733.377	111.734	279.034	-55.226	-62.285	-212.744	-325.794	-7.724.630
1990	D	225.720	39.360	939.600	5.348.540	1.029.840	2.893.120	950.580	21.240	6.360	204.840	37.320	11.696.520
	C	2.358.395	145.714	2.544.261	4.715.142	5.320.756	1.792.902	515.434	92.691	133.263	284.730	497.347	18.400.635
	S	-2.132.675	-106.661	1.604.661	633.398	-4.290.916	1.100.218	435.146	-71.451	-126.903	-79.890	-460.027	-6.704.115

FONTE: Elaborada pelo autor

D = disponibilidade                  C = consumo                  S = Saldo

Tabela 6: Balanço de madeira de *Pinus* por Região Administrativa no Estado de São Paulo. 1981-1990

ANO	DIRA	São Paulo	Litoral	V. Paraíba	Sorocaba	Campinas	Ribeirão Preto	Bauru	S. J. do Rio Preto	Araçatuba	Presidente Prudente	Marília	Total
1981	D	32.115	138.762	42.491	782.224	54.242	69.831	209.475	5.108	2.779	66.429	17.585	1.421.041
	C	124.300	-	41.100	518.100	-	-	170.100	-	-	-	-	853.600
	S	-92.155	138.762	1.391	264.124	54.242	69.831	39.375	5.108	2.779	66.429	17.585	567.441
1985	D	30.841	119.044	26.155	520.480	64.310	22.799	122.435	3.574	10.296	3.957	9.329	933.220
	C	124.300	-	41.100	614.100	-	-	170.100	-	-	-	-	949.600
	S	-93.459	119.044	-14.945	-93.620	64.310	22.799	-47.665	3.574	10.296	3.957	9.329	16.380
1990	D	117.943	47.316	36.044	499.163	179.163	77.169	57.187	10.093	5.382	10.550	12.822	1.059.412
	C	124.300	-	41.100	1.391.700	-	-	170.100	-	-	-	-	1.727.200
	S	-6.357	47.316	-5.056	-892.537	179.743	77.169	-112.913	10.093	5.382	10.550	12.822	-667.788

FONTE: Elaborada pelo autor

D = disponibilidade                  C = consumo                  S = Saldo

**Tabela 7:** Disponibilidade projetada de resíduos de *Pinus* e *Eucalyptus* no período de 1981 a 1990. Balanço geral para o Estado de São Paulo.

Ano	Consumo de OC em t	Disponibilidade resíduos TEOC	Déficit em t de OC	% de substituição
1981	6.527.711	194.621	6.333.090	3,0
1982	7.122.318	224.314	6.898.004	3,2
1983	7.766.256	199.470	7.566.786	2,6
1984	8.463.205	290.821	8.172.384	3,4
1985	9.217.391	149.086	9.068.305	1,6
1986	10.033.275	148.353	9.884.922	1,5
1987	10.915.595	113.022	10.802.573	1,0
1988	11.869.602	254.951	11.614.651	2,2
1989	12.900.790	299.714	12.601.076	2,3
1990	14.015.212	258.853	13.756.359	1,9

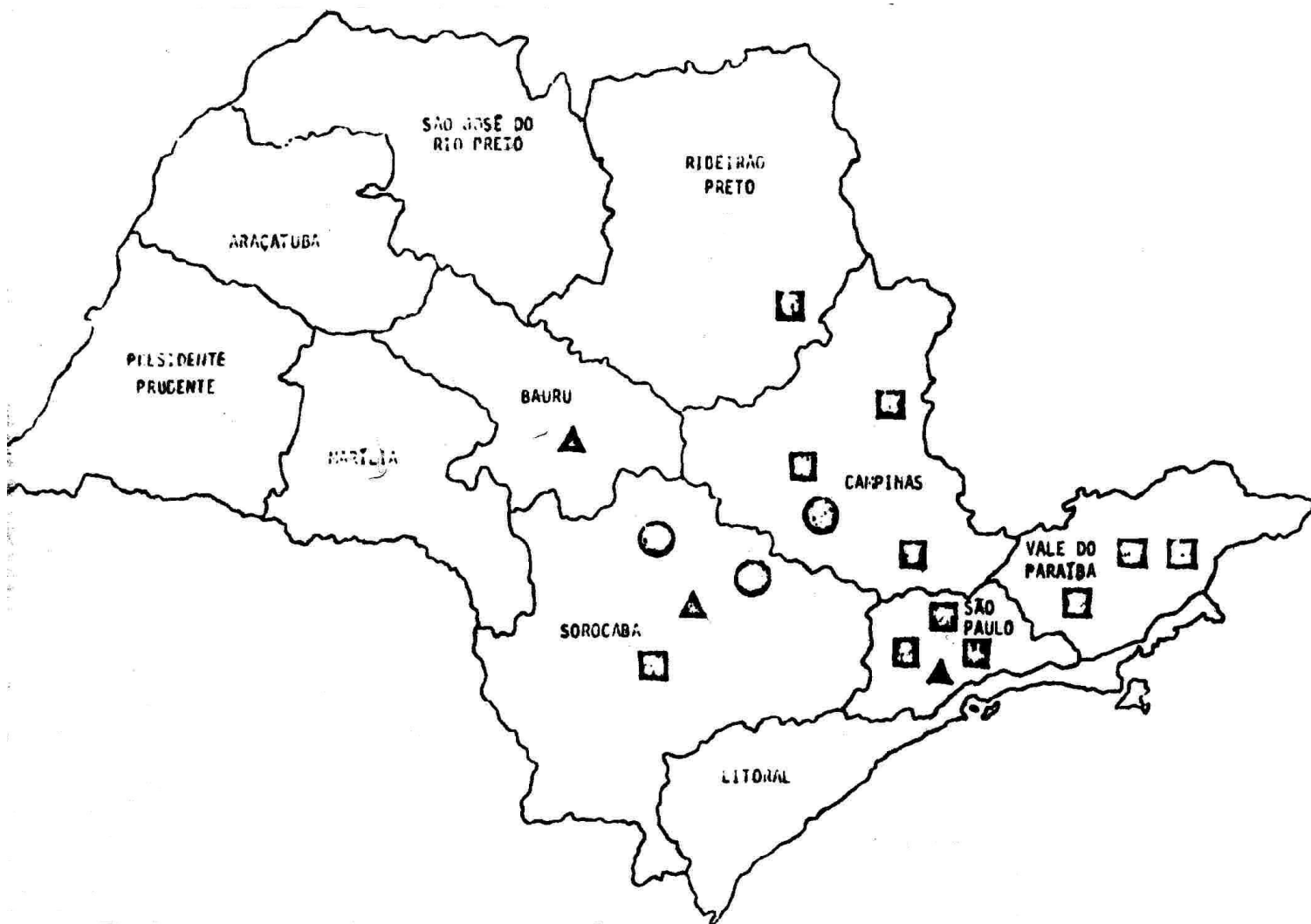
M = 2,3%

**Tabela 8:** Disponibilidade projetada de resíduos de florestas de *Eucalyptus* e de *Pinus* no Estado de São Paulo a nível regional.

Região	Consumo de Óleo Combustível			Disponibilidade de Resíduos			% de Substituição		
	1981	1985	1990	1981	1985	1990	1981	1985	1990
São Paulo	3174	4498	6848	22,2	8,4	22,0	0,7	0,2	0,3
Litoral	557	772	1154	18,0	12,5	5,1	3,2	1,6	0,4
V. Paraíba	218,7	300,7	447,9	22,2	21,7	28,3	10,1	7,2	6,3
Sorocaba	1228,9	1750,5	2674,5	91,9	115,4	177,6	7,5	6,6	6,6
Campinas	1096,5	1534,7	2324,5	46,8	30,0	50,3	4,3	2,0	2,2
Rib. Preto	138,7	199,3	313,6	43,9	46,7	83,9	31,7	23,4	26,8
Bauru	44,0	61,9	94,8	29,4	23,7	28,8	66,7	38,2	30,4
S. J. Rio Preto	14,6	21,0	33,2	2,6	0,7	2,8	18,1	3,4	8,3
Araçatuba	20,0	28,9	45,6	1,0	1,7	0,9	5,2	6,0	2,0
Pres. Prudente	21,8	31,5	49,7	4,7	0,5	6,4	21,8	1,6	12,8
Marília	12,3	17,7	28,0	3,5	2,1	2,3	29,0	12,0	8,1

Fonte: IPEF





Legendas:

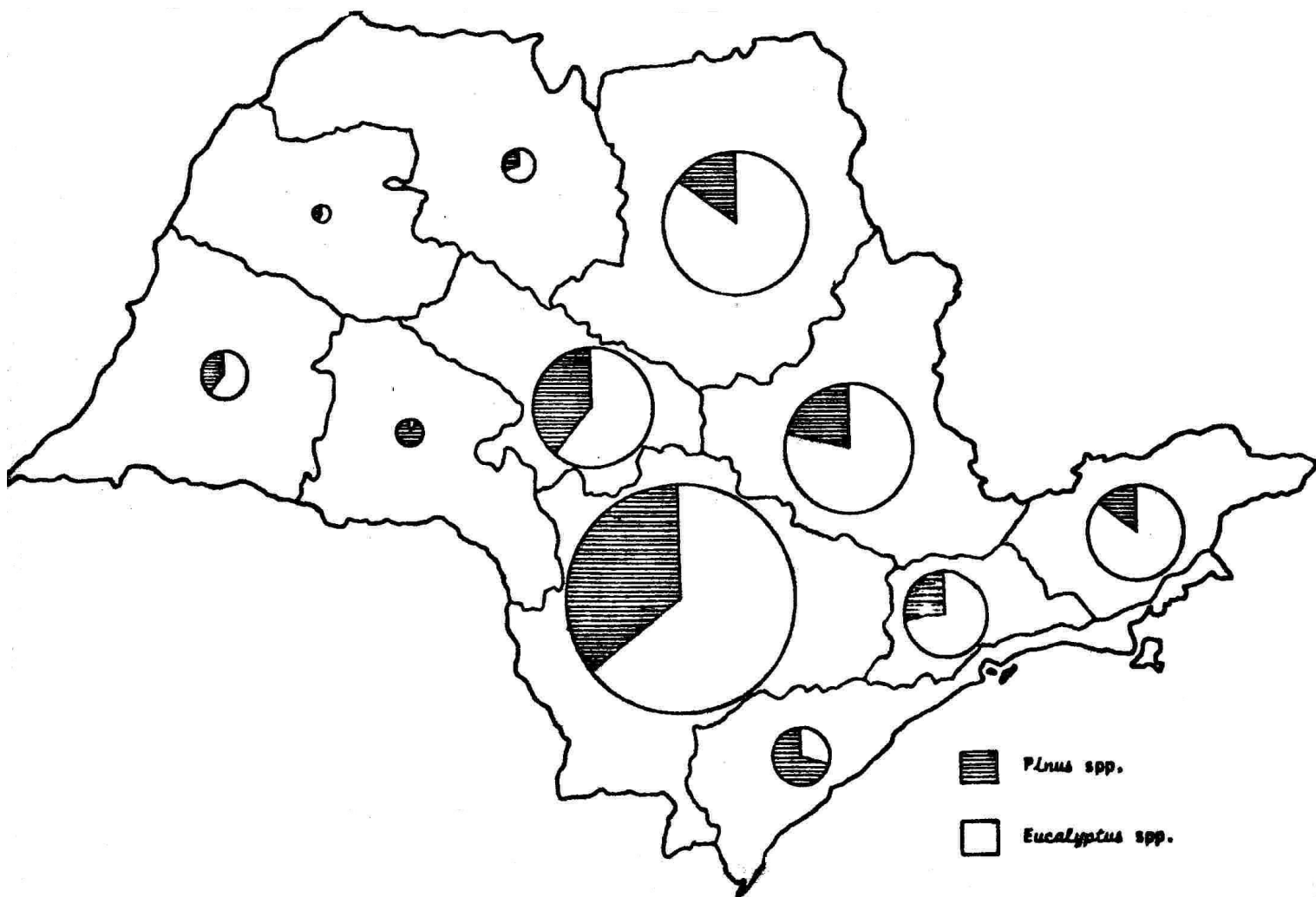
□ – Celulose e Papel

▲ – Aglomerado

O – Chapas de fibras

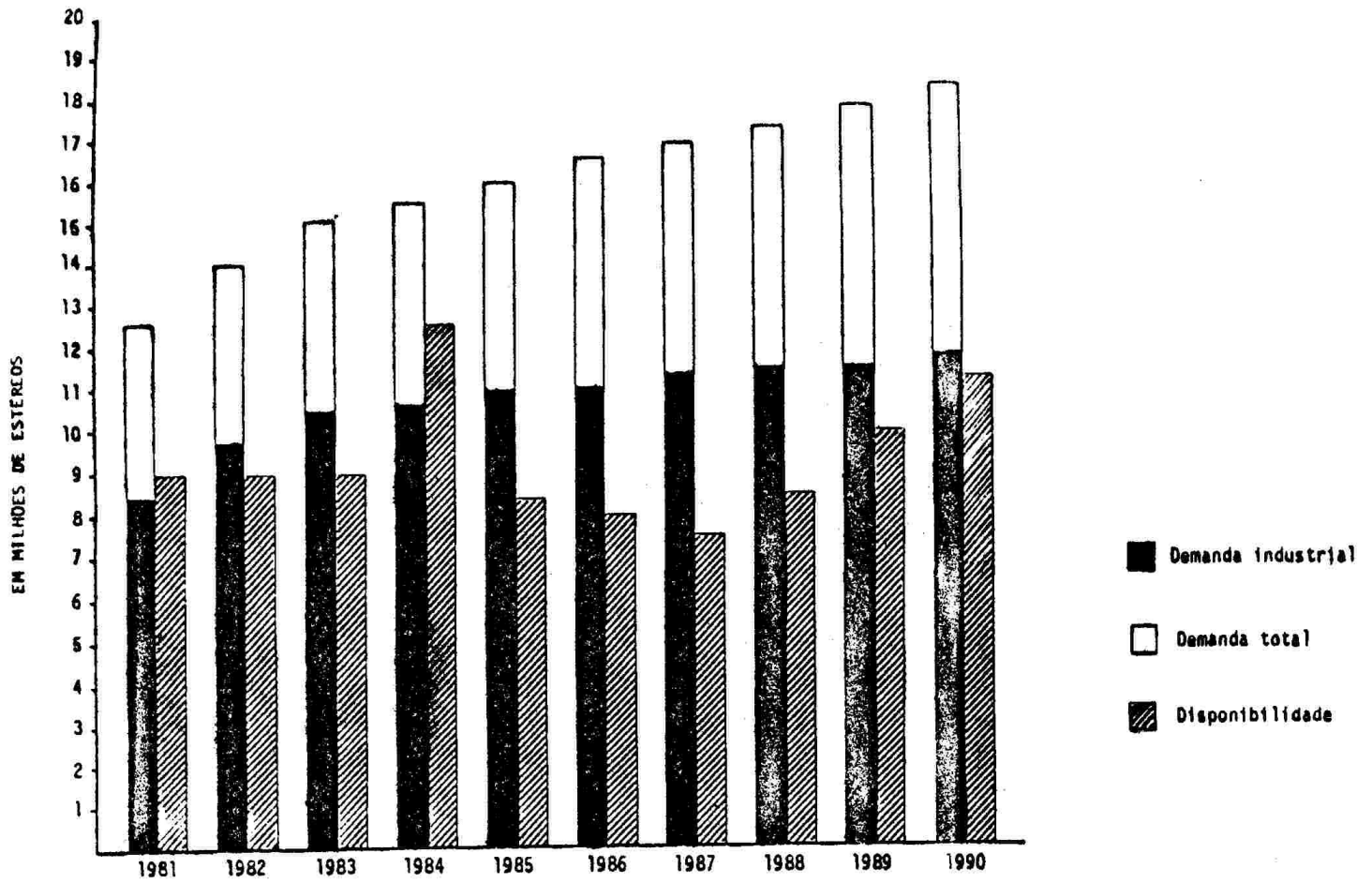
FONTE: IPEF

Figura 1: Localização das unidades industriais de consumo primário de madeira de reflorestamento no Estado de São Paulo.



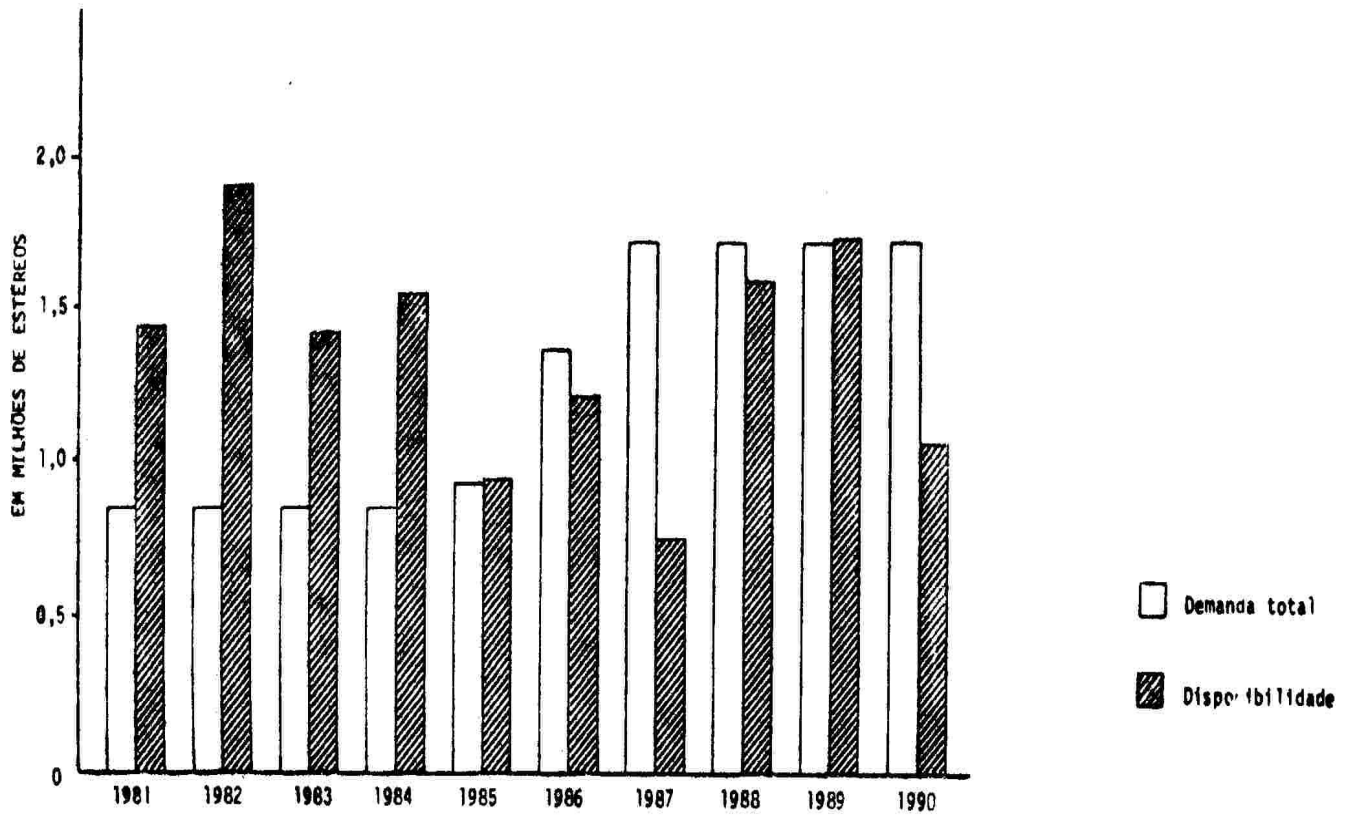
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Distribuição espacial dos reflorestamentos no Estado de São Paulo a nível regional. Período: 1963-1980



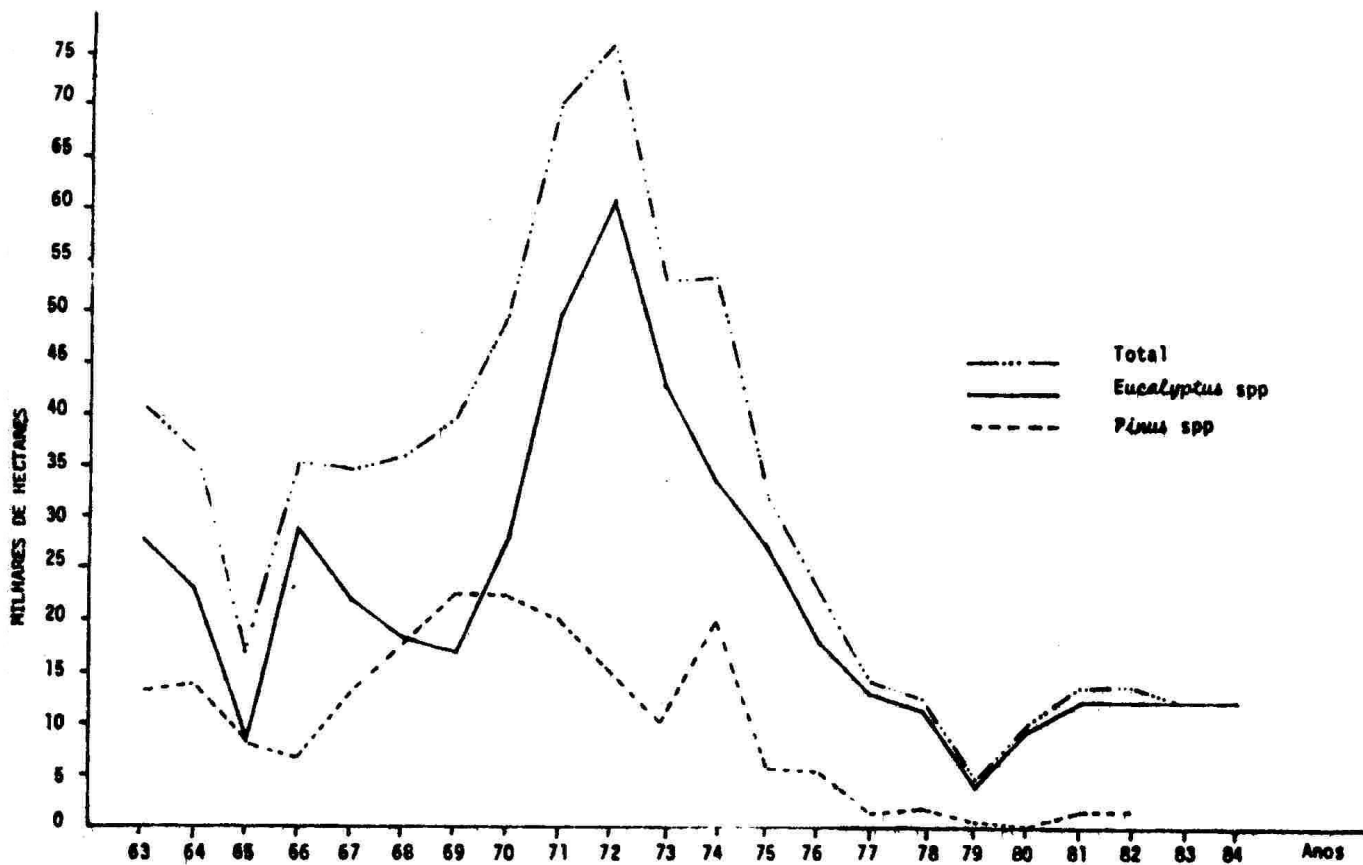
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3: Balanço de madeira de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo, 1981-1990.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4: Balanço de madeira de *Pinus* no Estado de São Paulo, 1981-1990.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 5: Área total reflorestada anualmente no Estado de São Paulo. 1963 – 1984.

OBS: A partir de 1980 os dados se referem à intenção de plantio manifestada por empresas consultadas.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos publicados nesta circular, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço:

IPEF – Biblioteca  
ESALQ-USP  
Caixa Postal, 9  
Fone: 33-2080  
13.400 – Piracicaba – SP  
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária  
Walter Sales Jacob  
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP  
Prof. Luiz Ernesto George Barrichelo  
Prof. Fábio Poggiani  
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões  
Diretor Técnico – Prof. Helládio do Amaral Mello  
Diretor Administrativo – Prof. Ricardo Berger

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior